



⑬ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 43 43 914 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**H 01 M 8/02**

⑳ Aktenzeichen: P 43 43 914.4  
㉔ Anmeldetag: 22. 12. 93  
㉕ Offenlegungstag: 30. 6. 94

DE 43 43 914 A 1

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

㉑ Anmelder:

Winkler, Wolfgang, Prof. Dr., 21423 Winsen, DE;  
Koeppen, Joachim, Prof. Dr.-Ing., 25469 Halstenbek,  
DE; Boer, Okko de, 28721 Emden, DE; Ebsen, Martin,  
21509 Glinde, DE

㉒ Erfinder:

gleich Anmelder

⑤④ Umschließungskonstruktion für Hochtemperaturbrennstoffzellen mit integrierter Wärmeauskopplungseinrichtung

⑤⑦ Die Erfindung bezieht sich auf die Umschließungskonstruktion von Hochtemperaturbrennstoffzellen (HTBZ), bei denen zur Verbesserung des Gesamtwirkungsgrades eine direkte Wärmeauskopplung erfolgt.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, die Probleme, die während des Betriebes bei ca. 1000°C auftreten, fertigungsgerecht mit relativ kostengünstigen Werkstoffen zu lösen.

Die Lösung dieser Aufgabe erfolgte dadurch, daß die Umschließungskonstruktion durch eine Anzahl plattenförmiger, entsprechend der jeweiligen Anforderung geformten Elementen aufgebaut ist. Mit geeigneten Verbindungstechnologien, die die Gasdichtheit und die elektrische Leitfähigkeit sicherstellen, werden diese Einzelkomponenten zur Umschließungskonstruktion zusammengefügt. Dieser Aufbau gestattet eine schnelle, einfache und kostengünstige Serienfertigung (pro MW Leistung werden jeweils ca. 100000 der 5 Einzelelemente benötigt). In dieser Umschließungskonstruktion ist neben den Aufgaben, die Zu- und Abfuhr der für den Betrieb der HTBZ notwendigen Ströme sicherzustellen, eine Möglichkeit zur Wärmeauskopplung integriert.

DE 43 43 914 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Auf dem Gebiet der Hochtemperatur- Brennstoffzelle, im folgenden HTBZ genannt, sind in den letzten 2 Jahrzehnten die Forschungen in Hinblick auf die Kraftwerksnutzung intensiviert worden. Dabei wurde auch die Gestaltung von Anordnungen von Brennstoffzellen (Stacks) in planarer Bauform untersucht. Neben den gestaltungstechnischen Fragen wurde auch die Eignung der verschiedenen Materialien in die Untersuchungen einbezogen. Während des Betriebes, bei ca. 1000°C, sind die meisten gebräuchlichen Werkstoffe aus physikalischen, chemischen und elektrochemischen Gründen nicht geeignet. Beim Betrieb der HTBZ müssen die Edukte (Luft und Brennstoff) zugeführt und die Produkte (Rauchgaskomponenten) so wie der erzeugte elektrische Strom abgeführt werden. Dazu ist eine Umschließungskonstruktion notwendig. Der Werkstoff, der die Brennstoffzelle umschließt muß gleichzeitig eine stabile und elektrisch leitende Deckschicht mit möglichst gleicher Dehnung wie die Zellkeramik haben. Dies führte zum Einsatz von relativ teuren Metallkeramiken. Die Arbeiten von W. Winkler [Offenlegungsschrift DE 41 37 968.3; "Analyse des Systemverhaltens von Kraftwerksprozessen mit Brennstoffzellen", BWK, Bd. 45 (1993) S. 302 ff.] haben außerdem gezeigt, daß der Einsatz von im Stack integrierten Wärmeübertragern Vorteile bietet.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht nun darin, diese Konstruktionsanforderungen fertigungsgerichtet mit relativ kostengünstigen Werkstoffen zu lösen.

Die Lösung dieser Aufgabe erfolgte dadurch, daß die Umschließungskonstruktion durch eine Anzahl plattenförmiger, entsprechend der jeweiligen Anforderung geformten Elementen aufgebaut ist. Zur Herstellung dieser Einzelelemente können sowohl metallische als auch metallkeramische Werkstoffe verwendet werden. Mit geeigneten Verbindungstechnologien, die die Gasdichtigkeit und die elektrische Leitfähigkeit sicherstellen, werden diese Einzelkomponenten zur Umschließungskonstruktion zusammengefügt. Dieser Aufbau gestattet eine schnelle, einfache und kostengünstige Serienfertigung (pro MW Leistung werden jeweils ca. 100.000 der 5 Einzelelemente benötigt). In dieser Umschließungskonstruktion ist neben den Aufgaben, die Zu- und Abfuhr der für den Betrieb der HTBZ notwendigen Ströme sicherzustellen, eine Möglichkeit zur Wärmeauskopplung integriert. Mit dem Werkstoff für den Grundkörper der Umschließungskonstruktion wird dem Dehnungsverhalten des Elektrolyten der HTBZ Rechnung getragen. Davon unabhängig kann der Werkstoff für die Kontaktierungsstellen zwischen dem Elektrolyten und Umschließungskonstruktion allein nach elektrischen Bedingungen gewählt werden. Die Kontaktierung wird vorzugsweise mit kleinen Noppen ausgeführt. Dadurch werden die auftretenden Thermospannungen im beherrschbaren Rahmen gehalten. Form und Anzahl der Noppen ist nach mechanischen, strömungstechnischen und elektrischen Anforderungen zu optimieren. Die vorliegenden Plattenelemente ermöglichen eine flexible Konzeption der Strömungsführung.

Eine vorteilhafte Fortbildung der Erfindung gestattet es mehrere Zellen in jeder Ebene der Umschließungskonstruktion elektrisch parallel anzuordnen. Die damit verbundenen Vorteile sind: kompakte Bauform, mechanische Stabilität des Stacks und elektrische Anpassung des Stromes an den Leistungsbedarf.

Eine weitere vorteilhafte Fortbildung der Erfindung

besteht darin, daß die HTBZ als dichtendes Element zwischen Kathoden- und Anodenraum verwendet wird. Dazu hat die HTBZ die gleiche Randkontur wie die Umschließungskonstruktion, und ist mit entsprechenden Bohrungen für die Gasdurchtritte versehen. Die Elektrodenbeschichtung ist dabei nur im aktiven Bereich aufgebracht. Bei diesem Vorschlag wird davon ausgegangen, daß die Zellkeramiken kostengünstig herzustellen sind.

Ausführungsbeispiele werden durch drei Figuren erläutert. Es zeigen:

Fig. 1, eine explosionsartige Darstellung einer Brennstoffzelle mit plattenförmiger Umschließungskonstruktion und den beiden Betriebsstoffströmen.

Fig. 2 eine explosionsartige Darstellung einer Ebene mit vier parallel geschalteten Einzelzellen und den Wärmeübertragerströmen.

Fig. 3 eine explosionsartige Darstellung eines reihengeschalteten Stacks, bestehend aus 3 Zellelementen, wobei die Wärmeauskopplung quer erfolgt.

In Fig. 1 wird verdeutlicht wie die Gasverteilung in der Einzelzelle durch die Verteilerplatten 1 erfolgt. Um die Darstellung nicht unnötig zu komplizieren, sind in dieser Figur nur Brenngas- und Oxidansstrom angegeben. Durch die Zuleitungen 8, die in der Bodenplatte 7 verschweißt sind, werden diese sowie das Kühlmittel für die Zelle in das Kanalsystem der Einzelzelle eingebracht. Die, in den Kontaktierungsplatten 2 und 3 eingelassenen Schlitze, erlauben dem jeweiligen Gasstrom den Zutritt zum HTBZ-Elektrolyten 4. Über die Kontaktierungsplatte 2, wird die Anodenseite des Elektrolyten mit Brenngas versorgt. Der Gasraum, zwischen den Kontaktierungsplatten 2 und 3 und den Elektrodenflächen auf dem Elektrolyten 4, wird durch die Rahmenplatte 5 gebildet. Auf diesen Rahmenplatten 5, werden die elektrisch isolierenden und gasbeständigen Dichtungen, wie z. B. Quarzglas, aufgetragen. Der HTBZ-Elektrolyt 4, wird in dieser Dichtung aufgenommen. In dieser Darstellung erfolgt die Kontaktierung an der Elektrodenfläche durch die Noppen 11, die über der Kontaktierungsplatte 2 bzw. 3, erhaben sind, so daß das Gas über die Elektrodenfläche streichen kann. Die Form, die Anordnung und die Anzahl der Noppen 11 ist hier frei gewählt und kann noch weiter optimiert werden. Als mögliche Stromabnahme könnten Anschlußfahnen 9 und 10 dienen, die an den Kontaktierungsplatten angebracht sind, wie die hier in Fig. 1 dargestellten. Die Einzelzelle wird durch die Kopfplatte 6 geschlossen. Die Kopfplatte 6 kann, wie auch die Bodenplatte 7, aus einzelnen Lagen, mit derselben Dicke wie die übrigen Platten aufgebaut werden. Wird ein schweißgeeigneter, metallischer Werkstoff für den Plattenaufbau der Zelle verwendet, so können die Platten 1, 2 und 5 bzw. 1, 3 und 5 durch Schweißen gasdicht verbunden werden.

In Fig. 2 wird die Darstellung einer Zelleinheit gezeigt in der vier HTBZ-Elektrolyte parallel in einer Kontaktierungsebene angeordnet sind. Die Beschreibung der einzelnen Bauelemente entspricht Fig. 1. Die Führung der Brennstoff- und Oxidansströme werden in der Fig. 2 vernachlässigt, es sind aber die beiden Wärmeübertragerströme als Flüsse eingezeichnet. Die Gestaltung der Kanalförmigkeiten ist eine Vervielfältigung der Einzelzellenbauweise und kann bei Bedarf noch umgestaltet oder zusammengefaßt werden.

In Fig. 3 ist eine Darstellung eines in Reihe geschalteten Stacks, das aus 3 Einzelzellenelementen besteht. Dabei werden die Platten 5, 3, 1, 2 und 5, bzw. 5, 3, 1a, 2 und 5 fest miteinander verbunden, so daß jeweils eine Erwei-

terungseinheit entsteht. Eine Möglichkeit der Verbindung ist das Schweißen. An der oberen Platte 1 und 3 ist der Schweißnahtverlauf 12 an drei Durchführungen durch gestrichelte Linien angedeutet. Zur lokalen Auskopplung des Wärmeübertragerstromes wird die Platte 1 in ihrer Dicke so variiert, daß Zu- und Ableitungen 8 angebracht werden können. Die Platte 1a kann für jede Platte 1 ausgewechselt werden. Ebenso können neben dem Wärmeübertragerstrom auch die anderen Stoffströme auf die gleiche Weise ausgekoppelt oder eingebracht werden.

15. Die Erfindung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß durch Ersetzen der Platte 1 mit Platte 1a eine Auskopplung oder Einbringung aller Stoffströme in Querrichtung ermöglicht wird.

16. Die Erfindung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das unbeschichtete Elektrolytmaterial der HTBZ als Dichtung der Umschließungskonstruktion verwendet wird und dazu mit Gasdurchführungen versehen ist.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

#### Patentansprüche

1. Die vorliegende Erfindung vereinigt die Hochtemperatur-Brennstoffzelle mit einer inneren Wärmeauskopplung, **dadurch gekennzeichnet**, daß zu jeder Komponente der Einzelzelleneinheit, d. h. die anodische und kathodische Zellenhälfte, eine Vorrichtung zur Wärmeübertragung vorgesehen ist. 15
2. Die Erfindung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Umschließungskonstruktion aus ebenen Platten aufgebaut ist, in denen Bohrungen und Aussparungen in der Lagenbauweise die Kanalkonfiguration bilden. 20
3. Die Erfindung nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die ebenen Platten aus metallkeramischen Werkstoffen aufgebaut sind. 25
4. Die Erfindung nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die ebenen Platten aus Nickel-Basiswerkstoffen aufgebaut sind. 30
5. Die Erfindung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Lagenbauweise durch Verschweißen realisiert wird.
6. Die Erfindung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Lagenbauweise durch Verkleben realisiert wird. 35
7. Die Erfindung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Lagenbauweise durch Verlöten realisiert wird. 40
8. Die Erfindung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kontaktierung an den Elektrodenflächen (4) über gesickte Noppen (11) in der Kontaktierungsplatte (2 bzw. 3) erfolgt.
9. Die Erfindung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kontaktierung an den Elektrodenflächen (4) über aufgeschweißte Noppen (11) auf die Kontaktierungsplatte (2 bzw. 3) erfolgt. 45
10. Die Erfindung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kontaktierung an den Elektrodenflächen (4) über gelötete Noppen (11) auf die Kontaktierungsplatte (2 bzw. 3) erfolgt. 50
11. Die Erfindung nach Anspruch 2, 8 und 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß Kontaktierungsplatte (2 bzw. 3) und Noppen (11) aus verschiedenen Materialien bestehen. 55
12. Die Erfindung nach Anspruch 2, 7, 8 und 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kontaktierung durch geeignete Oberflächenvergütung unterstützt wird. 60
13. Die Erfindung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Stoffströme durch Umschalten der Zuleitung A auf B, von Gleichstrom auf Kreuzstrom geändert werden.
14. Die Erfindung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Stoffströme durch Umschalten der Zuleitung A auf A', von Gleichstrom auf Gegenstrom geändert werden. 65

\*

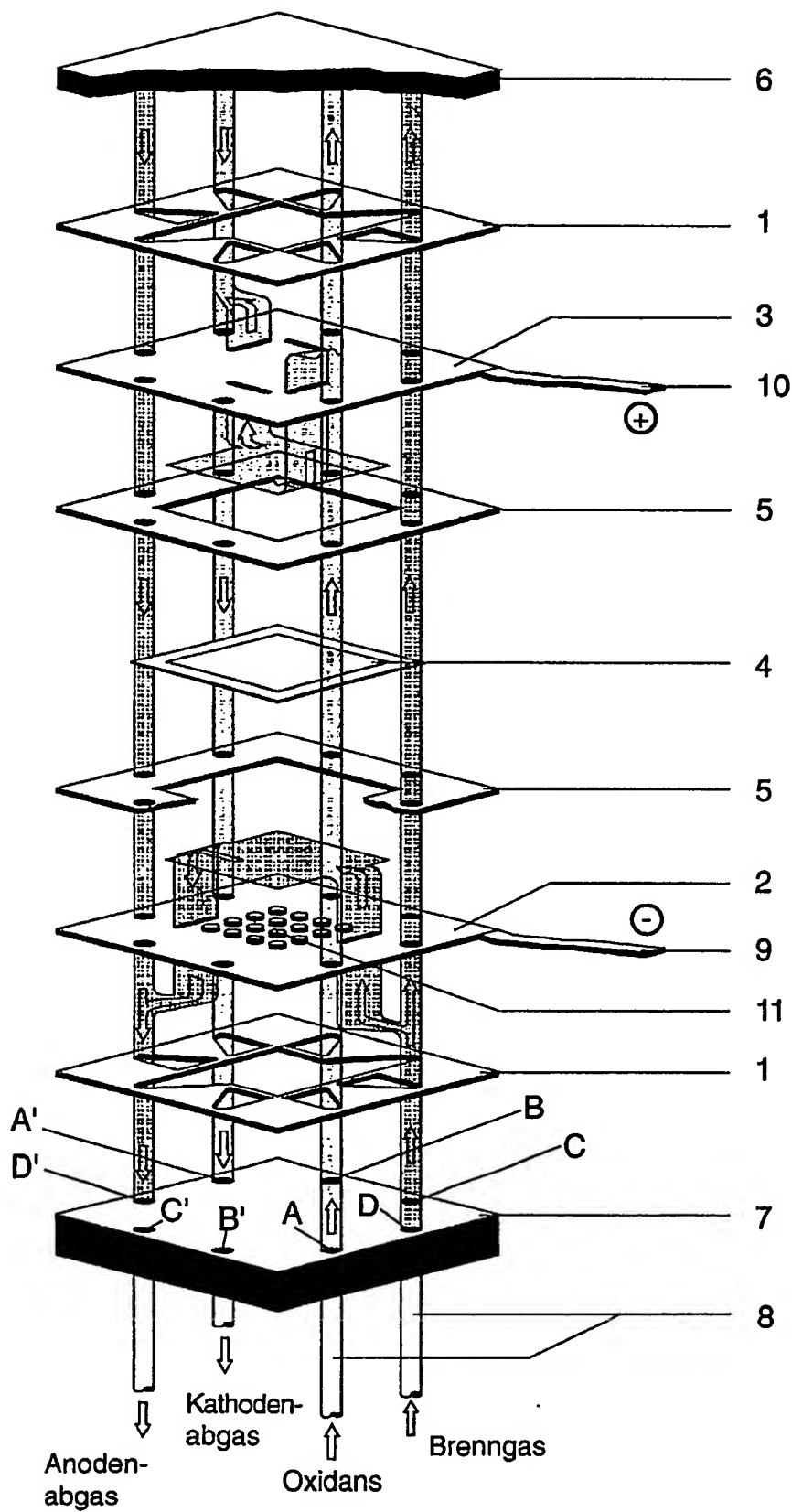


FIG 1

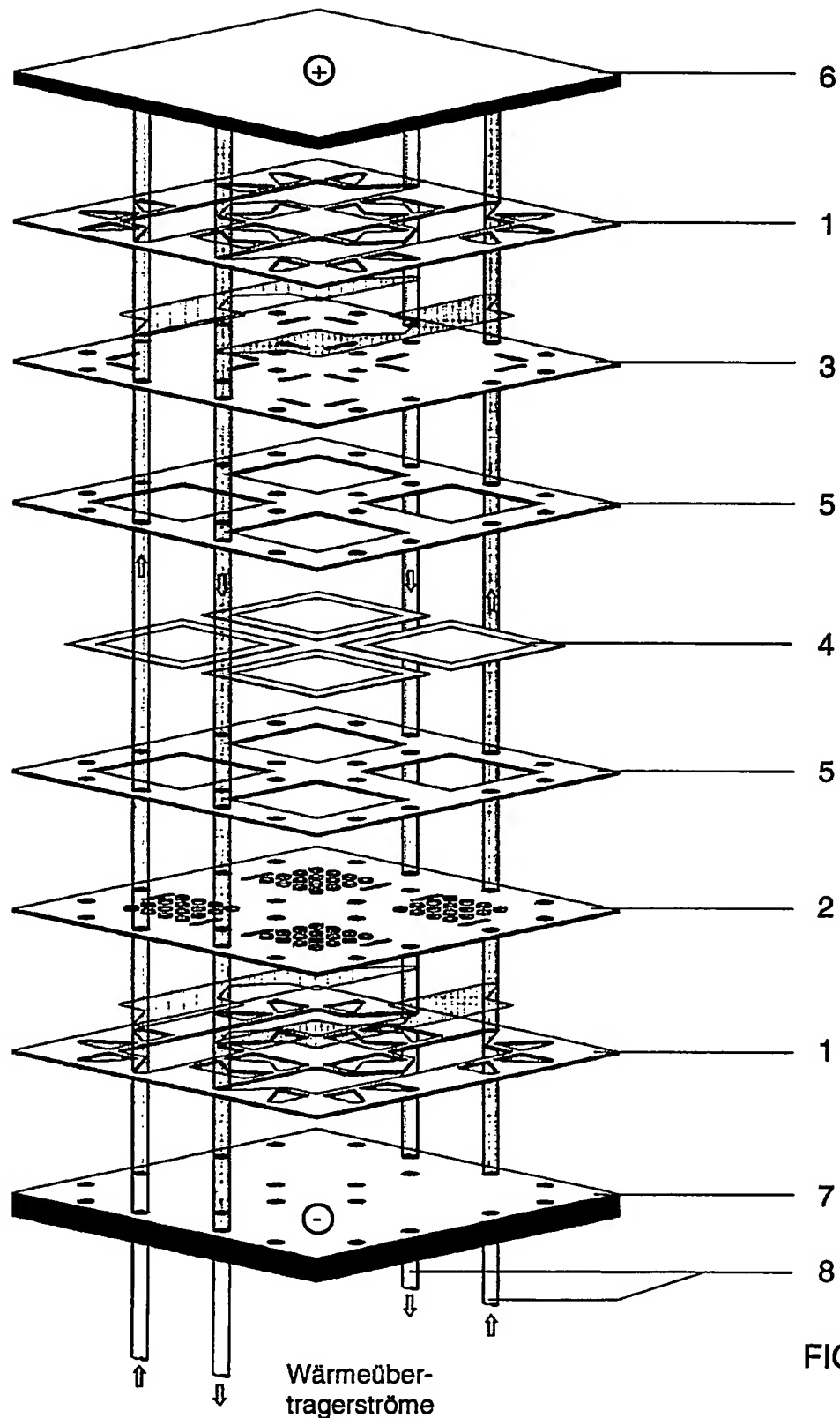


FIG 2

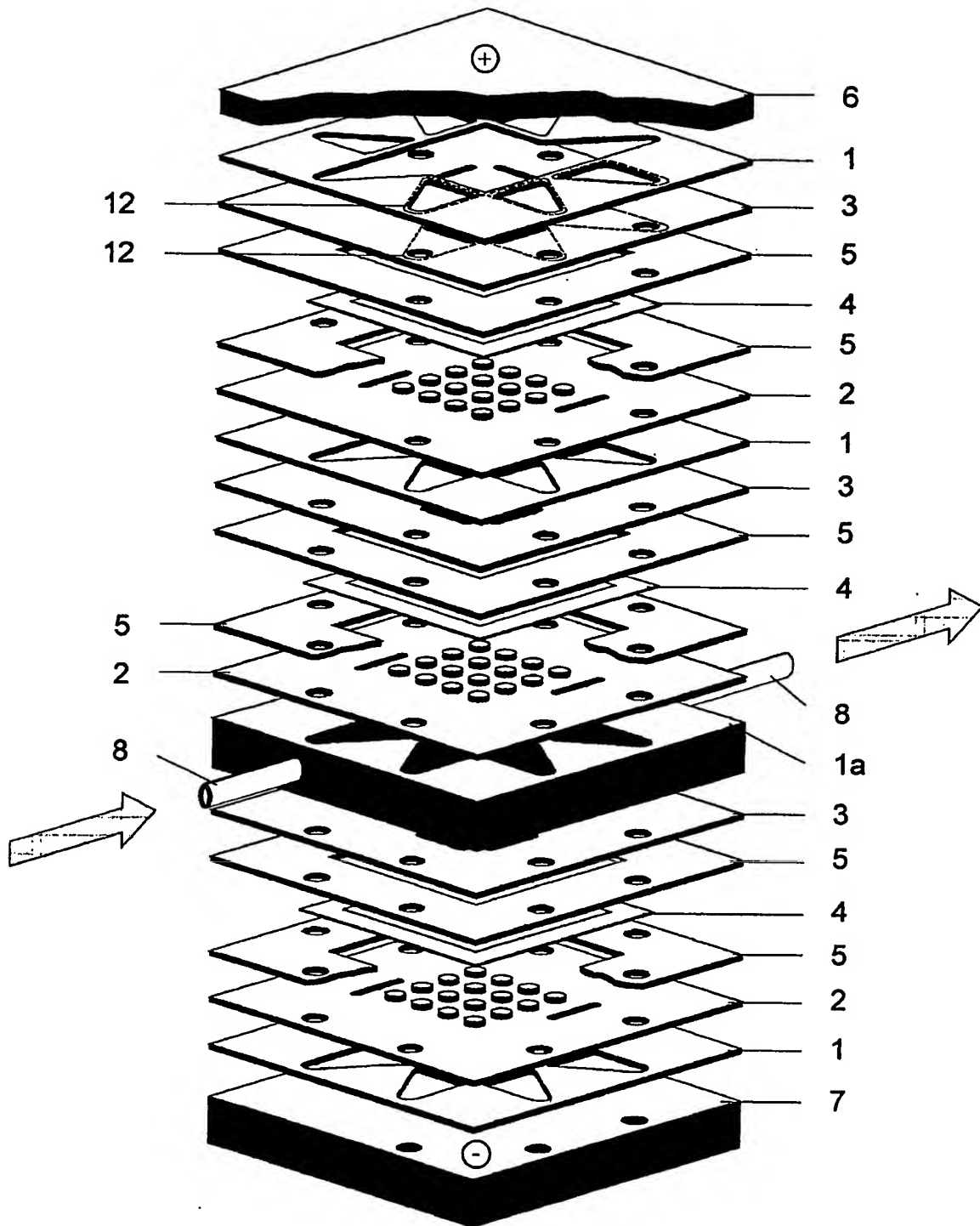


FIG 3